



Universidad
Tecnológica
de Pereira

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ESCUELA DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

“ASPECTOS RELEVANTES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA
CALIDAD EN UNA CAÑA GUADÚA”

**SABRINA BENAVIDES ORELLANA
JUAN FRANCISCO DELEG BUITRON**

DIRECTOR
JORGE AGUSTO MONTOYA ARANGO

TRABAJO DE GRADO
PEREIRA 2018

CONTENIDO

pág.

1.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA O TEMA	4
2.	INTRODUCCIÓN	4
2.1	EL BAMBÚ EN EL ECUADOR	5
2.2	LA CAÑA GUADÚA COMO OPCIÓN	8
3.	JUSTIFICACIÓN	9
4.	OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	10
4.1	OBJETIVO GENERAL	10
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
5.	ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA CALIDAD DE LA CAÑA “GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH” EN EL PROCESO DE COSECHA.....	11
6.	LA PLANTA Y SU ORIGEN.....	12
6.1	GUADUALES.....	13
6.2	CRECIMIENTO Y CORTE.....	14
6.3	PROCEDIMIENTOS ADECUADOS PARA EL PRESERVADO Y SECADO	17
6.4	CALIDAD ADECUADA DE LA CAÑA “GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH” PARA SU USO.....	19

7.	PRODUCCIÓN.....	19
7.1	CLIMA:	19
8.	NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC – SE – GUADÚA)	21
8.1	REQUISITOS DE CALIDAD PARA GUADÚA ESTRUCTURAL.....	21
8.1.1	Identificación de la Caña “Guadua angustifolia Kunth”	22
8.1.2	Selección de los Culmos de Caña Guadúa en la plantación.....	22
8.1.3	Corte de Culmos y Ramas.....	23
8.1.4	Transporte de los Culmos.....	24
8.1.5	Preservación de la Caña “Guadua angustifolia Kunth”	24
9.	CONSTRUCCIÓN.....	25
10.	CARACTERÍSTICAS DE LA “GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH”	26
10.1	COMPONENTES Y CARACTERÍSTICAS	27
10.2	CLAVES PARA LA BUENA ELECCIÓN DE LA CAÑA GUADÚA.....	28
11.	Bibliografía	31

TABLA DE GRÁFICOS

pág.

Gráfico 1- Características Morfológicas	11
Gráfico 2- Guaduales	14
Gráfico 3- Crecimiento y corte	14
Gráfico 4- Cesto de caña	15
Gráfico 5- Esterilla	15
Gráfico 6- Tableros de esterilla	15
Gráfico 7- Corte de Guadúa	16
Gráfico 8- Avinagrado de guadúa	17
Gráfico 9- Perforaciones de las cañas	18
Gráfico 10- Inmersión del bambú	18
Gráfico 11- Componentes y características	28

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA O TEMA

Aunque la “*Guadua angustifolia* Kunth” es un bambú de gran uso en el Ecuador, no existía un documento que avale una regulación y uso, pero a mediados del 2016 se creó la NEC 2016 enfocado a estructuras de guadúa, por lo cual el presente trabajo tiene como objetivo servir de aporte e identificar las características de la Caña “*Guadua angustifolia* Kunth” partiendo de un análisis tanto de su estructura física como de los principales procedimientos técnicos para determinar su calidad y buen uso.

2. INTRODUCCIÓN

En los años 2002, el Fondo Ecuatoriano de Cooperación para el Desarrollo (FECD¹), emprendió en tres proyectos que han procurado recuperar Una Nueva Esperanza La Gente de la Caña Guadúa, las plantaciones existentes de caña “*Guadua angustifolia* Kunth”, aquellas manchas, como las llaman, que se pueden observar en la costa indistintamente en medio de otras especies nativas, manchas que se niegan a desaparecer y surgen como tallos altos, como si buscaran alcanzar el cielo para que nos demos cuenta de su presencia y para brindarnos vida. Pero, estas iniciativas no sólo pretenden conservar y aprovechar los guaduales nativos llamados así porque no han sido plantados por el hombre–, sino que ha emprendido en un proceso de reforestación de miles de hectáreas con el cultivo de la llamada caña brava que, a diferencia de la caña mansa, es más fuerte y resistente. Además, una vez establecida, presenta las mismas características de los guaduales nativos y es de excepcional valor para conservar el ambiente, abonar el suelo, evitar deslaves, mantener los caudales de agua, así como

¹ FECD: Fondo Ecuatoriano de Cooperación para el Desarrollo

para ser utilizada como material para la fabricación de un sinnúmero de bienes y productos: casas, pisos, muebles, artesanías y muchas otras aplicaciones.

Los procesos de producción de la “*Guadua angustifolia Kunth*”; donde está inmersa la silvicultura, cosecha y pos cosecha; son aspectos de suma importancia, en donde se debe aplicar un alto nivel de control de calidad para así tener como resultado un producto que cumpla con los estándares de calidad, ya que uno de los usos más antiguos y frecuentes de la caña “*Guadua angustifolia Kunth*” es en la construcción por su alta resistencia, bajo peso, utilidad, capacidad para regenerarse y adaptabilidad al ambiente.

2.1 EL BAMBÚ EN EL ECUADOR

Muchas veces asociamos al bambú con las culturas del Extremo Oriente, posiblemente porque de ahí llegó su noticia a Europa. De hecho, el término bambú tiene origen en el hindi o el indonesio, de donde pasó al portugués, y luego al resto de idiomas europeos. Efectivamente, la importancia económica y cultural del bambú en Oriente es grande y reconocida. Menos evidente pero igual de grande es su importancia en el Ecuador.

El arqueobotánico, que no es otra cosa que el estudio de los usos ancestrales de las plantas a través del análisis de fósiles de vegetales, indica que las plantas que aparecen con más frecuencia en el Ecuador prehistórico son los bambusoides. Esto sugiere que fueron bastante utilizados por las culturas aborígenes del Ecuador.

La caña “*Guadua angustifolia Kunth*” es una especie, de la familia del bambú, que es cultivada en regiones tropicales y subtropicales de nuestro país, siendo esta originaria de nuestra región e identidad.

Para las etnias indígenas ha sido un recurso de inigualable valor, al punto que algunas lo consideran sagrado. El shuar llama a la Guadúa kenku y la relacionan con la cosmogonía de la diosa Nunkui, la diosa madre, procreadora. Ella nace tras un recorrido a través de las diferentes secciones de la Guadúa y luego se convierte en la madre de Etsa y Nantu: el Sol y la Luna. Pueblos indígenas de la Costa, como los Tsáchilas y chachi, se rapan cierta parte de la cabellera utilizando tiras verdes de corteza de Guadúa. Entre ellos no se admitía que el cordón umbilical del recién nacido fuera cortado con bisturí: tenía que ser con una tira de Guadúa, pues aseguran que previene infecciones, posiblemente por sus propiedades antioxidantes. (Cobo, 2008)

Varias ciudades coloniales usaron bambú durante su construcción. Un ejemplo es Quito: si nos ubicamos en los pasillos del convento de San Francisco, observaremos que los tumbados están armados con carrizo, moya y tunda, que fueron abundantes en las llanuras de Quito. En el presente, estas especies deberían ser prioritarias en los proyectos de reforestación, como por ejemplo en el futuro Parque del Lago, en el actual aeropuerto. No solo se crearían múltiples empleos (en artesanía, construcción y cultivos) sino que también sería de gran ayuda ecológica para el control de la erosión, secuestro de carbono, mejoramiento paisajístico y biodigestor para el tratamiento de aguas residuales.



Guayaquil también ha sido construida con bambú: allí casi todas las construcciones son de este material o fue usado durante su edificación, en forma de soportes de lozas para grandes edificios, postes, andamios, caña picada para casas o cerramientos. En la ciudad de Lima, la “*Guadua angustifolia Kunth*” es conocida como caña de Guayaquil, porque la capital peruana fue construida con este vegetal proveniente de la cuenca del río Guayas. Hasta el presente, la “*Guadua angustifolia Kunth*” tiene una demanda creciente en los países más secos del sur; Chile es un gran importador y re-exportador de Guadúa ecuatoriana.

Los bambúes están presentes de muchas maneras en nuestra vida diaria. Los canastos con los cuales vamos de compras al mercado han sido elaborados con carrizo. En Latacunga está uno de los mercados de artesanías de bambú más grandes de América: allí destacan los canastos, cunas, aparadores, lámparas, adornos. Su fácil disponibilidad y su peso tan ligero vuelven al carrizo y al siksi ideales para la construcción de coloridas cometas, cuya presencia en las tiendas de abarrotes anuncia nuestras emociones con los vientos del verano. En la música se delata la nobleza de esta planta, al no saber si el viento que entra por el bambú es el que crea la melodía, o si el bambú es el que canta con el aire. Las quenás, rondadores, pingullos y zampoñas nos deleitan con su alma. Las vacas locas, los voladores y los castillos pirotécnicos también son hechos de bambú. La importancia económica del bambú para el Ecuador va más allá de su uso artesanal. Por ejemplo, es indispensable para el cultivo del banano, uno de los principales rubros de exportación. Cada planta necesita uno, dos o hasta tres puntales de Guadúa para sostener el peso del racimo, y no pueden ser reemplazados por maderos (por el peso y el costo), ni con tubos (porque se los roban). La “*Guadua angustifolia Kunth*” es vital para la industria bananera, como para otras industrias, como la camaronera o las plantaciones

de flores que la utilizan para construir cortinas rompe vientos y estructuras de invernaderos. Si no fuera por las bondades de este material, el impacto ecológico de dichas actividades sería aún mayor del que actualmente ya es.

La “*Guadua angustifolia* Kunth” es un recurso importante en la economía de subsistencia nacional. Pero como hemos sido educados para subestimar y hasta avergonzarnos de lo local, solemos pasar por alto esta importancia y su potencial. Es común ver Guadúa en todo lado, pero es menos evidente que no podemos vivir sin ella. Es común deforestar y cosechar manchas silvestres de esta planta y menos cultivarla.

2.2 LA CAÑA GUADÚA COMO OPCIÓN

La caña “*Guadua angustifolia* Kunth” tiene algunas propiedades físicas y ecológicas por las que deberíamos considerarla una seria opción forestal para el país. Es liviana, fuerte, flexible, resiste grandes esfuerzos físico-mecánicos, por lo que sus módulos de compresión, tracción y flexión superan a los del acero en algunas aplicaciones. También se está investigando su resistencia sísmica para estandarizar su uso en ingeniería civil. Absorbe sonidos, olores, altas temperaturas y tiene estupendas cualidades estéticas. Es un recurso renovable y sostenible, ya que, a diferencia de los árboles maderables que se cortan y hay que sembrar unos nuevos los guaduales se auto reproducen. Posee fibras naturales muy fuertes con las que se pueden fabricar aglomerados, láminas, pisos, pulpa y papel, como sustituto de las maderas.

3. JUSTIFICACIÓN

Días después del terremoto del 16 de abril en el Ecuador, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES²) contabilizó 29.672 viviendas y edificios públicos “colapsados, por demoler, con restricciones o inseguros” a nivel nacional. La provincia de Manabí concentró el 95% de los daños del terremoto de 7,8 grados. Tres meses después de la tragedia, la reconstrucción avanza paralelamente con las demoliciones.

En el censo elaborado por el INEC se puede observar que el uso de la caña ha disminuido notablemente al ver al hormigón como una estructura más segura, esto ha quitado importancia en el uso para la construcción de viviendas como se lo hacía en décadas anteriores.

En la visita al sector del terremoto se observó que la gran parte de edificaciones de estructuras de hormigón colapsaron, sin embargo, se apreció que las casas construidas con caña guadúa estaban en buen estado, han soportado el terremoto y las constantes réplicas. En la actualidad se está utilizando la caña “*Guadua angustifolia Kunth*” solo para edificaciones temporales, explotando los guaduales existentes, y utilizando caña verde para la construcción, por tales motivos vemos la importancia de la implementación de un estudio donde se pueda realzar los aspectos relevantes para el buen uso y la identificación de la calidad en la Caña “*Guadua angustifolia Kunth*”.

² SENPLADES: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo

4. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar las características principales de la calidad de la Caña “*Guadua angustifolia* Kunth” en su aprovechamiento, transformación y usos.

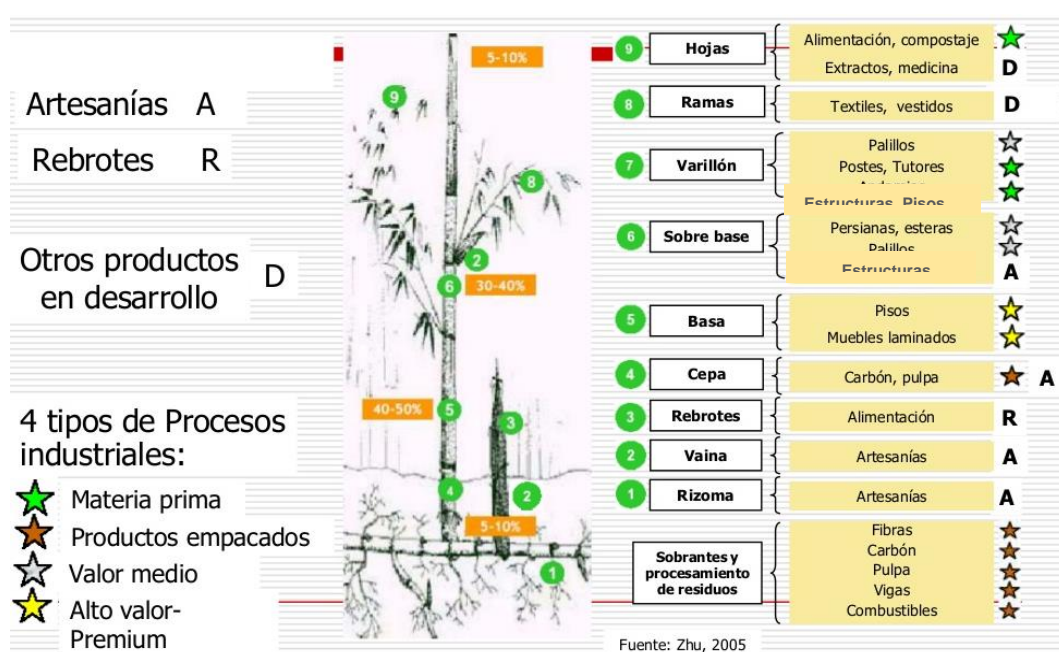
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar las principales características morfológicas de la calidad de la Caña “*Guadua angustifolia* Kunth” desde el cultivo hasta la cosecha.
2. Utilizar técnicas de preservado y secado para mejorar la calidad de la caña “*Guadua angustifolia* Kunth”.
3. Determinar las propiedades físicas, mecánicas y modo de empleo de la caña “*Guadua angustifolia* Kunth”.
4. Determinar conclusiones sobre el proyecto realizado.

5. ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA CALIDAD DE LA CAÑA “GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH” EN EL PROCESO DE COSECHA.

La caña “Guadua angustifolia Kunth”, es una gramínea gigante perteneciente a la familia del bambú; a nivel mundial existen alrededor de 1500 especies de bambú de las cuales aproximadamente 280 son nativas de esta región; es uno de los materiales más versátiles y ha sido usado de diversas maneras principalmente en la construcción; la especie a la cual hace referencia este trabajo, es de acuerdo a la clasificación de Humbolt Bonplant: Bambusa Guadua, cuyo nombre científico es Guadua Angustifolia Kunth; ésta especie se destaca entre las otras, debido a sus excepcionales características físico-mecánicas, las mismas que se describen adelante y que han permitido que a este material se lo llame también como el Acero Vegetal.

GRÁFICO 1- CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS



RIZOMA: Es un tallo subterráneo, aparte de ser el órgano almacenador de nutrientes

RIZOMA: Es un tallo subterráneo, aparte de ser el órgano almacenador de nutrientes es el elemento apto para la propagación, en el rizoma se encuentran las yemas, de donde se generan nuevos rizomas.

CEPA: Presentan un gran espesor de pared, entrenudos cortos y por su elevada resistencia a compresión son perfectas para construcción de columnas.

BASA: Son esbeltas y ligeras en relación a su enorme resistencia, mantienen muy bien el diámetro exterior y son muy fibrosas por lo que son las piezas más usadas en construcción, especialmente en la fabricación de vigas y cerchas compuestas.

SOBREBASA: Tienen paredes finas, pero mantienen un alto contenido en fibra, son usadas para mobiliario auxiliar viguetas y rastreles.

6. LA PLANTA Y SU ORIGEN

La “*Guadua angustifolia* Kunth” ha sido una compañera de la humanidad desde épocas muy tempranas; esta variedad fue identificada inicialmente como perteneciente a las Bambusas hasta que en 1822 el botánico alemán Karl S. Kunth determinó que constituía un género en sí misma y la identificó como “*Guadua angustifolia* Kunth”, manteniendo así el vocablo que utilizaban las comunidades indígenas. Taxonómicamente la “*Guadua angustifolia* Kunth” pertenece a la familia Poaceae, a la subfamilia Bambusoideae, y al género Guadúa. Sin embargo, la GUADÚA se conoce con su nombre científico “*Guadua angustifolia* Kunth”.

La “*Guadua angustifolia* Kunth” constituye el género de bambú más importante de América, endémico de este continente y formado por unas 30 especies. La Guadúa *angustifolia*, nativa de Colombia, es la más importante de estas, gracias a sus

extraordinarias propiedades físico-mecánicas y al avance en el estudio de silvicultura y estructural que se viene llevando a cabo en el país en los últimos años. Aunque se encuentra en estado natural desde Ecuador hasta Venezuela y entre los 0 y 2.000 m. sobre el nivel del mar, el desarrollo óptimo de las plantas se alcanza entre los 500 y 1.500 metros, con temperaturas de 17° a 26° centígrados, precipitaciones de 1.200 a 2.500 mm/año, humedad relativa del 80-90% y suelos con fertilidad moderada y buen drenaje, características de la región central de los Andes, conocida como el eje cafetero colombiano. Esta gramínea alcanza hasta 30 metros de altura y 22 cm de diámetro.

6.1 GUADUALES

Los conjuntos de estos Bambúes forman los denominados Guaduales, espectaculares bosques donde en general es posible adentrarse pues no son especialmente espesos y que dan lugar a ecosistemas muy dinámicos y altamente especializados. Se registra gran cantidad de vida en su interior, con multitud de plantas, mamíferos, aves y reptiles asociadas a ellos.

Los cultivos de “*Guadua angustifolia* Kunth” se desarrollan de manera óptima en zonas templadas desde 900 hasta 1.900 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas entre 20 y 26 grados centígrados, humedad relativa del 80 % y precipitación anual de 1.000 milímetros.

Los sitios ideales para sembrar son las orillas de los ríos y quebradas, aunque también en terrenos pendientes y en los lotes donde haya sido difícil establecer otro cultivo.

GRÁFICO 2- ORAMIOGUADUAL MONTENEGRO



6.2 CRECIMIENTO Y CORTE

La “*Guadua angustifolia* Kunth”, como recurso forestal, es una de las especies más beneficiosas debido a su desarrollo acelerado. Durante los primeros 120 días el bambú tiene un promedio de crecimiento de 10 cm/día. La guadua no incrementa su diámetro con el paso del tiempo, sino que emerge del suelo con su diámetro determinado recubierta de unas hojas gruesas color marrón que la envuelven para protegerla, al ser una monocotiledónea carece de tejido de cambium por lo que no engorda como los árboles.

Según el tipo de suelo y las condiciones climáticas estos diámetros pueden ser de hasta 22-25 cm. aunque lo habitual es que se sitúen entre 8 y 13 cm.

GRÁFICO 3- CRECIMIENTO Y CORTE



FUENTE: Sitio Web, Bambusa.es

Durante los primeros 6 meses pueden llegar a los 15 cm diarios, hasta alcanzar una altura de 20 a 30 m. Su uso se enfoca en canastos, esteras y otro tipo de tejidos.

GRÁFICO 4- CESTO DE CAÑA



Durante los siguientes años la planta irá aportando biomasa al terreno, fijando CO₂ ambiental y desarrollando su estructura leñosa. Su uso se enfoca en tableros de esterilla.

GRÁFICO 5- ESTERILLA



GRÁFICO 6- TABLEROS DE ESTERILLA



Tras unos cuatro años se considera que el tallo tiene la madurez idónea para su uso como material estructural y se procede al corte. Si este se hace bien, comienza en la planta un mecanismo de transferencia rizomática de energía y un nuevo culmo comienza a generarse, por lo que la nueva producción está garantizada. Adicionalmente, una explotación regular y controlada favorece el desarrollo del guadua en su conjunto y estimula su regeneración natural.

Se estima que la composición ideal de cañas en un guadua es de un 10% de brotes, un 30% en tallos jóvenes, y un 60% de cañas ya maduras, con una densidad de 4.000 a 8.000 tallos por hectárea. La productividad estimada para un bosque de “Guadua angustifolia Kunth” está entre 1.200 y 1.400 tallos por hectárea/año lo que la convierte en una alternativa totalmente eficaz a la madera para la producción de laminados estructurales, tableros, suelos. (Hidalgo, 2003)

Seleccionar y marcar adecuadamente los tallos en los guaduales, es muy importante para el manejo adecuado de una plantación de “Guadua angustifolia Kunth”. Esta selección está basada en edad, color, presencia de insectos y ausencia de imperfecciones.

El corte de la caña “Guadua angustifolia Kunth” es de suma importancia cuando llega el momento de la cosecha. La recomendación de los expertos en guadúa es realizar el corte en cuarto menguante en horas de la madrugada de 2am a 5am, debido a que la savia estará abajo y se obtendrá una guadúa resistente.

GRÁFICO 7- CORTE DE GUADÚA



El corte se lo debe realizar sobre el segundo nudo, para así proteger a la guadúa de la pudrición. La caña cortada, no debe tirarse, golpearse o apilarse inadecuadamente. Se la debe transportar a un lugar adecuado para su secado natural o avinagrado, el mismo que tiene una duración de 20 a 30 días.

GRÁFICO 8- AVINAGRADO DE GUADÚA



6.3 PROCEDIMIENTOS ADECUADOS PARA EL PRESERVADO Y SECADO

Selección y corte de la Guadúa:

En la plantación se debe seleccionar la Guadúa que presente características de madurez, es decir que tenga más de 4 años. Se la reconoce por el color verde oscuro del tallo o culmo y por presentar en el mismo alguna cantidad de líquenes blancos. Se corta el culmo seleccionado por encima del primer nudo inferior. La Guadúa cortada con sus ramas y hojas se las deja apoyada a bambúes vecinos por el lapso de 2 a 3 semanas, al cabo de las cuales se la coloca horizontalmente y se procede a despojarla de sus ramas.

Perforación:

Antes de introducir las cañas en la disolución se perforan todos los entrenudos de las cañas, por un lado esto facilita mucho la inmersión pues permite que salga el aire del interior de los canutos y la caña deja de actuar como un flotador, y por otro lado permite la entrada de la mezcla en las diferentes secciones de la caña, asegurando así una correcta preservación pues el bambú es mucho más permeable desde el interior.

GRÁFICO 9- PERFORACIONES DE LAS CAÑAS

**Inmersión:**

Para evitar que el bambú sea atacado por insectos xilófagos y prevenir la aparición de hongos, las cañas son sumergidas durante unos 4-6 días en una solución de bórax y ácido bórico en relación 1:1 y con una concentración entre el 4 y el 6 %.

GRÁFICO 10- INMERSIÓN DEL BAMBÚ



Secado:

Existen varios procedimientos de secado. El más económico es el que se realiza al aire libre en áreas de sombra. Se colocan las guadúas inclinadas y apoyadas en un elemento transversal, hasta que aquellas acusen una humedad menor al 15%

6.4 CALIDAD ADECUADA DE LA CAÑA “GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH” PARA SU USO

- Buen Corte
- Contenido de humedad adecuada
- Acabado
- Rajaduras
- Curvatura de la guadúa

7. PRODUCCIÓN

La caña guadua, por ser una especie rústica, se adapta fácilmente a distintas condiciones ambientales (suelo y clima). Sin embargo, es recomendable realizar un estudio de suelo del terreno donde se desea realizar la plantación de bambú, y tener en cuenta las condiciones climáticas.

7.1 CLIMA

Temperatura:

La temperatura ideal para el cultivo de la Guadúa está entre los 20° C y 30° C.

A medida que se aleja del rango indicado, los diámetros y alturas se reducen.

Temperaturas menores de 18° C afectaría significativamente el desarrollo de la “*Guadua angustifolia* Kunth”.

Altitud:

Tanto en Ecuador como en Colombia, la “*Guadua angustifolia* Kunth” puede crecer en zonas entre los 0 y los 1800 metros sobre el nivel del mar. La planta muestra un mejor desarrollo en zonas que no pasen de los 100 metros. Lugares como Bucay, Olón y Manglaralto son algunas de las tantas zonas del Ecuador en las cuales se podría cultivar esta especie de caña.

Precipitación Pluviométrica (lluvias):

La “*Guadua angustifolia* Kunth” se desarrolla en áreas donde la precipitación está en el rango de 2000 a 2500 mm anuales. Si se cultiva en sectores donde la precipitación es menor a 1000 mm anuales, la caña podría tener dificultades durante su desarrollo, ya que no puede soportar periodos largos sin agua.

Humedad:

Las plantaciones de “*Guadua angustifolia* Kunth” se desarrollan satisfactoriamente en zonas donde la humedad relativa se ubica entre el 75% y 80%.

Brillo solar:

La luminosidad incide directamente en el desarrollo de la Guadúa ya que ésta es esencial para que la planta realice su proceso de la fotosíntesis. Debe existir una luminosidad de 1800 a 2000 horas/luz/año, equivalente de 5 a 6 horas/luz/día.

7.2 SUELOS

Los suelos aptos son aquellos clasificados como: areno-limoso, francos, franco-arenoso y franco-limoso. Los perfiles de suelos ideales son los que presentan texturas gruesas y medias. Suelos ricos en materia orgánica,

húmedos y con buen drenaje son los más aconsejados para el cultivo de la Guadúa. Los suelos pesados o arcillosos no ayudan al desarrollo de la planta.

Distancia de siembra: 5 x 5 metros.

Plateo: 1,5 metros.

Hoyo: 40 x 40 x 40 centímetros.

El mejor sistema para determinar una fertilización ideal se debe determinar realizando un análisis de suelo. Una vez realizado el análisis foliar determinar una dosis a aplicar en relación con la disponibilidad vs. requerimiento.

Se puede determinar de antemano que el bambú requiere de altas concentraciones de nitrógeno.

8. NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC – SE – GUADÚA)

La Norma Ecuatoriana para la construcción de estructuras de caña “Guadua angustifolia Kunth”, es una nueva norma que aporta en la construcción de una cultura de seguridad y prevención. Está dirigida al diseño estructural de edificaciones y otras variedades de bambúes. Esta norma se aprobó en el año 2017 y al tener poco tiempo en el país no es aplicada de forma regular.

8.1 REQUISITOS DE CALIDAD PARA GUADÚA ESTRUCTURAL

Para garantizar el correcto funcionamiento de la estructura en guadua durante toda su vida útil se debe tener en cuenta varios requisitos.

8.1.1 Identificación de la Caña “Guadua angustifolia Kunth”

La identificación de los culmos idóneos para la construcción en la plantación de Caña Guadúa, se debe realizar considerando las siguientes características y aspectos morfológicos que la diferencian de otras especies de bambú:

- a. Cuando tierno, el culmo de Caña Guadúa es de color verde claro con franjas blancas en las proximidades de los nudos.
- b. La Caña Guadúa presenta espinas en las ramas.
- c. La hoja caulinar de la Caña Guadúa es de forma triangular, tiene líneas rectas que asemejan la punta de una lanza, y en la parte inmediata a su vértice posee un triángulo de textura y color diferentes al resto de la hoja.

8.1.2 Selección de los Culmos de Caña Guadúa en la plantación

Los productores de Caña “Guadua angustifolia Kunth” deben llevar un control de la edad de cada culmo en las plantaciones, la composición ideal de tallos en un bosque de bambú, es de aproximadamente un 10% de brotes, un 30% de tallos jóvenes y un 60% de tallos maduros.

Adicionalmente, los culmos que tienen una edad entre 4 y 6 años, tienen varios signos visibles que indican su madurez:

- a) Color verde oscuro, cuyas bandas blancas en los nudos son apenas perceptibles.
- b) Manchas espaciadas de líquenes en el culmo, en forma de motas de color blanquecino que son indicativos de que es un culmo maduro y apto para su aprovechamiento en la construcción. Si carece de estas manchas, es indicativo de que es un culmo no maduro, no apto para construcción.
- c) Si el culmo está totalmente cubierto de líquenes, y es de color blanquecino-amarillento, es indicativo de que es un culmo viejo o sobre maduro, no apto para ser

usado en construcción, por no tener la misma resistencia físico - mecánica que un culmo en estado óptimo de madurez.

d) Los culmos con agujeros producidos por aves e insectos, o que presenten muerte descendente (cuando la planta empieza a secarse desde la parte alta de la guadua hacia abajo) serán desechados.

8.1.3 Corte de Culmos y Ramas

Una vez seleccionados los culmos de Caña Guadúa que pueden ser aprovechados para la construcción, para realizar un corte adecuado y optimizar el aprovechamiento de este recurso, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a. Los culmos maduros seleccionados, serán cortados a ras del primer nudo inferior, con el fin de evitar que en el tocón se acumule agua y prevenir la pudrición del sistema radicular de la planta.
- b. Después del corte, se procederá al apeo o tumbado del culmo, evitando que éste, en su caída, se reviente, fisure o rompa. Se recomienda usar un horcón u horqueta, que permita el apeo con caída segura del culmo, si las condiciones lo requieren.
- c. El corte de ramas será realizado con machete o sierra, cortando desde el ángulo inferior que forma cada rama con el culmo hacia la parte superior, para evitar el desgarramiento de las fibras del culmo.
- d. Se procederá a la extracción de los culmos, cuidando que sus extremos no se deterioren por el arrastre.
- e. El corte y selección de culmos se lo realizará de acuerdo a los estándares
- f. comerciales o requerimientos y especificaciones técnicas del constructor, tanto en longitud como en diámetro, siempre y cuando cumpla con lo mencionado anteriormente.

8.1.4 Transporte de los Culmos

Luego de que los culmos de Caña Guadúa han pasado por el proceso de corte, es necesario que estos sean transportados adecuadamente para evitar daños importantes en su estructura, por ello se debe considerar lo siguiente:

- a) El transporte del material a la zona de preservación y secado, se realizará mediante vehículos cuya longitud de carga sea igual o mayor a la longitud de corte de los culmos (6 m, 9 m, 12 m).
- b) En el caso de usar transportes de plataforma, éstos llevarán estacas de seguridad fijadas a la plataforma que impidan el desplazamiento de los culmos.
- c) Durante el embarque, movilización y desembarque se evitará todo tipo de impacto que afecte al material.
- d) Debe evitarse sobrecargar los culmos durante el transporte y almacenamiento. Se apilarán en rumas hasta una altura de 2.0 m, procurando que los culmos de mayor diámetro se coloquen en la parte inferior del transporte para evitar aplastamientos.
- e) La disposición de la Caña Guadúa será por capas horizontales, alternando en una capa la parte basal y en otra las de menor diámetro, para que la presión de los culmos sea uniforme.
- f) El transporte de los culmos mediante el empleo de vehículos, cumplirá con las regulaciones establecidas por los Ministerios competentes (MAGAP y MAE) y la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.

8.1.5 Preservación de la Caña “*Guadua angustifolia* Kunth”

La preservación es el procedimiento mediante el cual los culmos de Caña Guadúa se someten a un proceso que garantice su protección y conservación, para evitar con ello que sufran daños por acción de factores bióticos (xilófagos o similares) que destruyan o

afecten las características físico-mecánicas de los elementos constructivos de Caña Guadúa.

- a. La Caña “*Guadua angustifolia* Kunth” es un material orgánico constituido por celulosa, lignina y sílice, que cuando no es manejado correctamente (tratamiento y detalles de aplicación para la preservación), puede degradarse ante ciertas condiciones, como el ataque de hongos o de insectos. Por este motivo en ningún caso se deben instalar elementos estructurales de sin inmunización previa.
- b. El tratamiento de la Caña Guadúa se realiza por medio de la impregnación de sustancias preservantes. Estas sustancias deben ser escogidas considerando la mayor efectividad de protección de la Caña Guadúa, el menor impacto ambiental y los niveles de toxicidad de menor perjuicio para los seres humanos.
- c. Siempre se debe revisar las recomendaciones realizadas por los proveedores de los productos de preservación, para la manipulación, el grado de toxicidad y las reacciones químicas, en caso de posibles accidentes derivados del proceso de aplicación.

9. CONSTRUCCIÓN

La “*Guadua angustifolia* Kunth”, es considerada por los expertos como el acero vegetal del futuro, su cultivo es sencillo ya que requiere cuidados mínimos y en la actualidad se está abriendo campo para la construcción y la arquitectura, al ser capaz de competir con el concreto o el acero. Para la construcción de una casa, ésta puede estar hecha solamente de caña, a excepción del fogón y la chimenea, pero en la mayoría de los casos, sin embargo, la caña es combinada con otros materiales de construcción tales como madera, arcilla, cal, cemento, hierro galvanizado, y hojas de palma, de acuerdo con su relativa eficiencia, disponibilidad y costo.

La “*Guadua angustifolia* Kunth” se ha empleado en la zona cafetera y en el pacífico de Colombia, en la construcción de edificaciones en el medio rural y urbano, se ha usado para la construcción de viviendas, que en general es una estructura de paneles de guadúa y madera, con rellenos de barro (las más antiguas) y con recubrimientos laterales de esterilla de guadúa, recubiertas en algunos casos revocados con morteros de cemento (las más modernas) o cubiertas con láminas de latón. También es usada en construcción de galpones. Las construcciones de bahareque son excelentes para soportar los terremotos, tan abundantes en la región. (Jaramillo, 2004)

10. CARACTERÍSTICAS DE LA “GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH”

La Guadúa (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Guaduinae) es un género endémico de América Latina, reúne 29 especies, de las cuales 17 taxas han sido descritas en los últimos 20 años. La región amazónica de Brasil, Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia y Venezuela se considera el centro de origen de este género, con una alta diversidad de especies (Judziewicz et al. 1999; Londoño & Peterson 1992).

Colombia y Ecuador han logrado un gran avance tecnológico, dentro de sus economías locales como la del eje cafetero colombiano, o la de la costa pacífica ecuatoriana (Judziewicz, et al. 1999). Es la especie que más se ha investigado, principalmente en Colombia, con gran potencial para el desarrollo de la industria de la construcción por sus propiedades físico mecánicas.

La “*Guadua angustifolia* Kunth”, es una planta milenaria, de gran belleza y a su vez extremadamente fuerte y flexible, con gran potencial en sus propiedades físico mecánicas, como lo menciona Hidalgo (1974) “la estructura de su tallo es quizá la más perfecta de

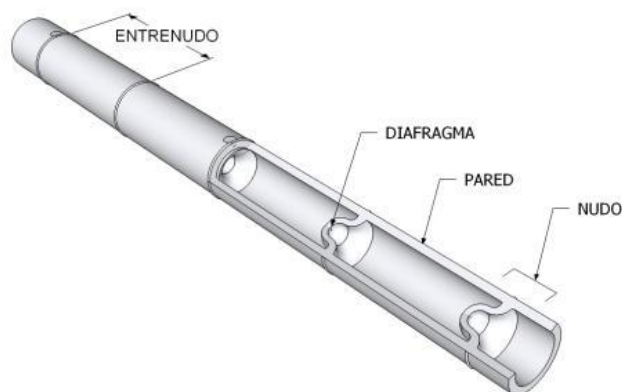
la naturaleza”. Es una especie que se ha venido utilizando a lo largo de la historia, en países de América Latina y Asia; formando parte de sistemas constructivos tradicionales. A pesar de que muchas de las características de la Caña “*Guadua angustifolia* Kunth” son similares a las de la madera, está clasificada como una planta mucho más densa y, por lo tanto, más resistente que la madera. Además, crece mucho más rápido, por lo cual es un recurso fácilmente renovable. Su evolución en los diversos campos para los cuales se utiliza, ha sido sustentada en base a varios estudios en campo y laboratorio que se han ido trabajando, con propuestas de cada proyectista sustentadas en estudios de cálculo estructural.

10.1 COMPONENTES Y CARACTERÍSTICAS

El tallo de la planta de bambú que por lo general es hueco y nudoso y está conformado por las siguientes partes:

- **Nudo:** Parte o estructura del tallo que lo divide en secciones por medio de diafragmas.
- **Entrenudo:** Parte de la caña comprendida entre dos nudos.
- **Diafragma:** Membrana rígida que forma parte del nudo y divide el interior de la caña en secciones.
- **Pared:** Parte externa del tallo formada por tejido leñoso.

GRÁFICO 11- COMPONENTES Y CARACTERÍSTICAS



FUENTE: Norma técnica de construcción peruana E100 Bambú

10.2 CLAVES PARA LA BUENA ELECCIÓN DE LA CAÑA GUADÚA

- Buena selección de la Guadúa: Es necesario usar cañas maduras, por su resistencia y menor contenido de humedad, que hayan sido debidamente preservadas (inmunizadas) y secadas. El uso de cañas no maduras o frescas (sin secado), puede ocasionar rajaduras, fisuras y hasta el colapso de la construcción. Para la obtención de cañas chancadas y latillas, se utilizan cañas maduras pero frescas.
- Aislamiento de columnas y paredes para evitar la humedad del suelo: Para la construcción de columnas y paredes con Guadúa es importante que no se las inserte directamente en el concreto o en el suelo para evitar su deterioro (pudrición). Ya que las cañas tienen una alta capacidad de absorción de la humedad del ambiente, del suelo y de la lluvia.
- Protección contra la lluvia y los rayos solares directos: La humedad excesiva produce hongos como en cualquier otro material y los rayos solares blanquean y deterioran las Guadúas, por lo cual es importante protegerlas del agua y del sol directo,

mediante la construcción de aleros lo suficientemente amplios. Si se usa caña chancada, es necesario recubirla con mortero de arena-cemento o con una mezcla de materiales orgánicos con tierra (tipo quincha).

- Evitar el aplastamiento y la fisura de las cañas: Evitar cualquier tipo peso localizado sobre el entrenudo, éste se aplasta, pudiendo deteriorar toda la estructura, se debe colocar las cargas sobre los nudos y/o rellenar la caña de concreto. Además, es necesaria la presencia de un nudo en cada extremidad de las cañas para evitar que se fisure.
- El tiempo de cosecha de la Guadúa: para construcción debe estar entre los 4 y los 6 años.
- El contenido de humedad del bambú: debe ser igual al contenido de humedad de equilibrio del lugar. No es aconsejable construir con Guadúa en estado verde, el profesional responsable deberá tener en cuenta todas las precauciones posibles para garantizar que las piezas al secarse tengan el dimensionamiento previsto en el diseño.
- Para garantizar una buena durabilidad la caña Guadúa debe estar adecuadamente protegido ante agentes externos (humos, humedad, insectos, hongos, etc.).
- Las piezas de Guadúa no pueden presentar una deformación inicial del eje mayor al 0.33% de la longitud del elemento. Esta deformación se reconoce al colocar la pieza sobre una superficie plana y observar si existe separación entre la superficie de apoyo y la pieza. Las piezas de bambú estructural no deben presentar una conicidad superior al 1.0%
- Las piezas de Guadúa no pueden presentar fisuras perimetrales en los nudos ni fisuras longitudinales a lo largo del eje neutro del elemento. En caso de tener elementos

con fisuras, estas deben estar ubicadas en la fibra externa superior o en la fibra externa inferior.

- Piezas de Guadúa con agrietamientos superiores o iguales al 20% de la longitud del tronco no serán consideradas como aptas para uso estructural.
- Las piezas Guadúa no deben presentar perforaciones causadas por ataque de insectos xilófagos antes de ser utilizadas.
- No se aceptan Guadúa que presenten algún grado de pudrición.

BIBLIOGRAFÍA

- Cobo, C.** (2008). Edificios de Hierva. Una Mirada diferente al Ecuador, 3.
- Hidalgo, O.** (2003). Bamboo: The Gift of the Gods. Minnesota: University of Minnesota. Obtenido de <https://bambusa.es/caracteristicas-del-bambu/bambu-guadua/>
- Jaramillo, J. O.** (2004). Analisis Clasico de estructuras. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- INCOTEC. (2003).** “Norma Técnica Colombiana NTC 5300”. Colombia, Bogotá
- INCOTEC. (2003).** “Norma Técnica Colombiana NTC 5301”. Colombia, Bogotá
- INCOTEC. (2003).** “Norma Técnica Colombiana NTC 5407”. Colombia, Bogotá
- Jorge Morán Ubidia.** (2015). “Construir con Bambú”. Ecuador, Guayaquil
- Jaime Salazar Contreras, Gustavo Díaz.** (1994). “Inmunización de la Guadua”. Colombia
- Oscar Hidalgo López.** “Manual de Construcción con Bambú”. Colombia
- Ministerio de ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.** (1997). “Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10 TITULO G”. Colombia.
- María Nohelia Mejía Gallón, Rubén Darío Orejuela.** (2013). “Estado del Arte de la Cadena de la Guadua en Colombia. Colombia, Valle del Cauca.
- Walter Liese.** “Bamboo Preservation VS.3.Z, Vertical Soak Diffusion”.